Aus der konservierenden Abteilung und dem histologischen Laboratorium
des Zahnärztlichen Institutes der Universität Basel
Vorsteher: Prof. Dr. O. Müller

Die Einwirkung von Nelkenöl (Oleum caryophylli) und Eugenol auf die Pulpa

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von
REINHARD KOCH
Grosswangen (Luzern)

Basel 1953
Druck von Benno Schwabe & Co.
Basel

Aus der konservierenden Abteilung und dem histologischen Laboratorium
des Zahnärztlichen Institutes der Universität Basel
Vorsteher: Prof. Dr. O. Müller

Die Einwirkung von Nelkenöl (Oleum caryophylli) und Eugenol auf die Pulpa

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von
REINHARD KOCH
Grosswangen (Luzern)

Basel 1953
Druck von Benno Schwabe & Co.
Basel

Von der Medizinischen Fakultät der Universität Basel genehmigt
auf Antrag von Herrn Prof. Dr. O. Müller

Datum der Promotion: 20. Dezember 1950

Diese Arbeit erscheint im Buchhandel als Fasc. 5 der «Odontologica»,
Abhandlungen aus dem gesamten Gebiet der Zahnheilkunde,
herausgegeben von Prof. Dr. Oskar Müller

I. Literarischer Teil

In zwei bemerkenswerten Arbeiten von *G. Dätwyler* und *E. Schumacher* konnte gezeigt werden, daß Eugenol bei direkter Überkappung der Pulpa auf diese einen destruktiven Einfluß ausübt. Im weiteren ist es bekannt, daß die ältere Zahnärztegeneration gerne Eugenol zur indirekten Pulpaüberkappung verwendet. Die vorliegende Arbeit dient deshalb der Untersuchung des Eugenols auf sein Verhalten gegenüber der Pulpa bei der Verwendung als indirektes Überkappungsmittel.

Die schon erwähnte Arbeit von *G. Dätwyler* wurde in der Schweizerischen Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde 1921 veröffentlicht. In zwei Gruppen unterscheidet er:

1. die Überkappung der hyperämischen und partiell entzündeten Pulpa mit ZnO-Eugenol, und zwar:
   a) direkt;
   b) indirekt.
2. die Überkappung der frisch freigelegten, gesunden Pulpa.

Bei der direkten Überkappung der hyperämischen und partiell entzündeten Pulpa mit ZnO-Eugenol hat er bei 14 Kontrollen 9 Fälle ohne klinische subjektive Symptome. Histologisch aber stellt er Erweiterung der Blutgefäße mit Infiltration und sogar Vereiterung des Pulpahornes fest. Als Abwehrmittel zeigen die Präparate deutliche Versuche zur Bildung einer Abszeßmembran durch Anordnung des Bindegewebes unter dem Eiterherd und sekundäre Dentinbildung. Im übrigen stellen sich Anzeichen der Degeneration des ganzen Pulpagewebes ein, indem sich Kalkschollen bilden und Vakuolen in der Odontoblastenschicht auftreten.

Günstiger sind die Verhältnisse bei der indirekten Überkappung der hyperämischen und partiell entzündeten Pulpa mit ZnO-Eugenol. Hier zeigen 10 Kontrollen keine subjektiven Erscheinungen. Histologisch findet er Dentikelbildung und an einzelnen Stellen Vakuolendegeneration der Odontoblastenschicht. Bei der Überkappung der frisch freigelegten, gesunden Pulpa hat er nur 1 Fall mit subjektiven Symptomen. Histologisch ist hier die Pulpa entweder ausgeheilt oder in Ausheilung begriffen. Gegenüber Chlorphenol-Jodoform und Paraffin-Thymol bezeichnet *Dätwyler* die Resultate der indirekten und direkten Überkappung mit ZnO-Eugenol als gut. Nur die Ausheilung der partiell entzündeten Pulpa bei direkter Überkappung, nicht aber bei indirekter, scheint ihm fraglich zu sein.

Eine weitere Arbeit über Eugenol stammt von *E. Schumacher*. Hier besteht die Einlage aus einem Wattebäuschchen mit Eugenol, das er direkt auf die Pulpa appliziert. Im Gegensatz zu *Dätwyler* dienten ihm als Material möglichst kariesfreie Zähne, wodurch die Frage, ob die Schädigung der Pulpa schon vor der Einlage durch die Karies begründet sein könnte, wegfällt. Mit dieser Methode geht er bestimmt eindeutiger an das Problem, ob Eugenol reizt oder nicht.

Seine histologischen Untersuchungen zeigen Hyperämie mit Leukozyteninfiltration und Degeneration der Odontoblastenschicht. In einzelnen Präparaten ist das Pulpahorn sogar vollständig zerstört.

Nach *Schumacher* schädigt also Eugenol die Pulpa und er stellt dessen Regeneration in Frage. Die direkte Überkappung der vitalen Pulpa mit ZnO-Eugenolzement ist daher ein unsicheres Unterfangen, trotzdem die Einlage eine beruhigende Wirkung besitzt.

Auch die Befunde von *Feldmann* (Dtsch. Mschr. Zahnhk. 1927), der eine chronische Entzündung des Periodontiums konstatiert, werden von *Schumacher* bestätigt, da im Hundeversuch Eugenol bei direkter Applikation zu Granulom führt. Doch muß dieses Resultat vorsichtig bewertet werden, weil aller Wahrscheinlichkeit nach das Hundeperiodontium empfindlicher ist als das des Menschen. Auf alle Fälle ist aber eine Füllung der Wurzelkanäle mit Eugenol in einer Pastenmischung abzuweisen. Ein weiterer Versuch mit Eugenol ist im «Journal of the American Dental Association» 1947, 2, beschrieben.

Man injizierte Sulfonamid-Eugenol-Paste und Sulfathiazol-Eugenol in die Muskulatur desselben Hasen. In der unmittelbaren Umgebung der Injektionen traten Reizungen auf, und die histologischen Schnitte zeigen Zenkersche Nekrosen und nekrotische hämorrhagische Prozesse. Bei der Applikation von Sulfathiazol-Glyzerin-Salbe wurden keine Reizerscheinungen festgestellt. Die schädigende Wirkung der Sulfonamid-Eugenol-Paste und des Sulfathiazol-Eugenol ist daher nur dem Eugenol selbst zuzuschreiben.

Da sich meine Arbeit auf die indirekte Überkappung der vitalen Pulpa bezieht, will ich hier noch drei Abhandlungen anführen. Die erste von *Hans Georg Immer* über die Anwendung von Adal und Tiranal zur indirekten Überkappung, die zweite von *A. Feil* über Dentinanästhesie mit Baume Flexer, Custodin und Hartmanscher Lösung, die dritte von *Otto Fassbind*, ebenfalls über die Untersuchung der analgetischen Paste nach Prof. Flexer.

Adal und Tiranal lösen durch Kieselsäure kariöse Dentinmassen auf und bewirken eine leichte sowie schmerzlose Kavitätenpräparation. Durch die Anorganisierung des belassenen kariösen Dentins soll die Sensibilität herabgesetzt werden.

Der klinische Verlauf ist bei Verwendung von Adal bei Zähnen, die vor der Behandlung keine Pulpareizungen aufweisen, günstig. Es ist aber mit dem günstigen klinischen Verlauf natürlich nicht bewiesen, daß Adal die Konservierung der infizierten und leicht erweichten Dentindecke über der Pulpa erfüllt. Auch bei

Tiranal ist der klinische Erfolg bei Pulpen, die vor der Behandlung nie schmerzten, gut. Hingegen ist hier die Herabsetzung der Sensibilität des kariösen Dentins weniger ersichtlich.

Trotz des guten klinischen Verlaufes bei Adal und Tiranal ist histologisch zu sagen, daß die beiden Mittel keine besonderen Vorteile gegenüber anderen Medikamenten zeigen; denn zum Teil ist die Pulpa normal, zum Teil aber ist sie hyperämisch mit degenerativen Veränderungen.

Arthur Feil führt eingangs seiner Arbeit die verschiedenen Theorien über die Reizleitung im Dentin an. Im Laufe der Zeit haben sich bei diesem Problem zwei Schulen herausgebildet. Die erste Schule (*Black*, *Retzius*, *Tomes*, *Walkoff*, *Gysi*) vertritt den Standpunkt, daß die peripheren Odontoblastenfortsätze die Träger der Reizleitung sind. Der Reiz soll von diesen Fortsätzen aufgefangen und durch diese nach den Odontoblasten fortgeleitet werden. Die zweite Schule (*Boll*, *Morgenstern*, *Dependorf*, *Fritsch*) macht für die Empfindung im Dentin Nerven verantwortlich. *Fritsch* und *Dependorf* haben unabhängig voneinander in der Dentingrundsubstanz und in den Dentinkanälen durch Färbung mit Knallquecksilber und nach Bielschowsky Nervenfasern nachgewiesen, die aus dem Nervengeflecht entspringen, das die Odontoblasten umgibt.

Durch den Reiz entsteht eine Hyperästhesie, d. h. hypersensibles Dentin. Nach *Walkoff* ist die Hyperästhesie ein Reizzustand der Odontoblasten, der durch wiederholt wirkende Reize ausgelöst wird und eine erhöhte Lebenstätigkeit der Pulpa nach sich zieht. Dadurch entsteht die Bildung der transparenten Zone und des Sekundärdentins. Bei Karies tritt die Empfindung erst in der Zone der Trübung auf, wo die Tomesschen Fortsätze durch die Säuren der Bakterien gereizt werden. In der Zone der Transparenz ist eine Obliteration der Dentinkanälchen, weshalb die Sensibilität herabgesetzt ist.

Weil in der konservierenden Zahnheilkunde die Behandlung des hypersensiblen Dentins ein schwieriges Problem ist, hat man stets nach analgesierenden bzw. anästhesierenden Präparaten gesucht, zu denen Baume Flexer, Custodin und Hartmansche Lösung gehören.

Baume Flexer wird als Paste appliziert, hat karminrote Farbe und kampferähnlichen Geruch. Die wirksame Pflanze ist die Barbascopflanze. Der wirksame Stoff ist eine harzartige Substanz und hat wahrscheinlich eine Narkosewirkung auf die Odontoblasten.

Die Hartmansche Lösung besteht aus 1 Gewichtsteil Äthylalkohol, 2 Gewichtsteilen Schwefeläther und 1 ¼ Gewichtsteilen Thymol. Thymol bewirkt eine tiefer und länger anhaltende Anästhesie, während Äther die Lipoide rasch löst. Die Lösung ätzt die Gingiva.

Custodin besteht aus Äther, Alkohol und ätherischen Ölen. An Stelle von Thymol sind hier also ätherische Öle. Custodin ätzt das Zahnfleisch nicht. Die Darstellung der Wirkung von Hartmanscher Lösung und Custodin in vitro ergibt, daß diejenige von Custodin rascher und intensiver ist. *A. Feil* applizierte

die Hartmansche Lösung nur während 1½–2½ Minuten, Custodin 7–10 Minuten. Die Einlage von Baume Flexer dauerte 24–48 Stunden.

Baume Flexer ergab in klinischer Hinsicht die besten Resultate. Von 72 Zähnen waren 69 tief anästhesiert. Der Erfolg ist bei 96 %. Bei 60 % der Fälle ist die Applikation mit geringen bis starken Schmerzen verbunden, ohne aber einen Pulpatod festzustellen. Die Dauer der Anästhesie ist sehr lange. Bei einzelnen Zähnen 1–2 Monate.

Custodin und Hartmansche Lösung haben den großen Vorteil einer kurzen Einlagedauer. Custodin zeigte in 82 % und die Hartmansche Lösung in 81 % gute Resultate. Bei den zwei letzteren Präparaten war aber im Gegensatz zu Baume Flexer nur eine Analgesie, nicht eine Anästhesie vorhanden. Die Wirkung war nicht tief, so daß es 2–3 Einlagen benötigte. Starke Einlageschmerzen waren beim Custodin nur in 11,3% der Fälle, bei der Hartmanschen Lösung hingegen bei 57,1 %.

Die histologische Untersuchung der mit der Hartmanschen Lösung behandelten Zähne zeigte keine Veränderung des Pulpagewebes. Sie ist als unschädlich zu betrachten. Die mit Custodin behandelten Zähne zeigten im histologischen Bild nur geringe Veränderungen. In einem Fall, bei 10tägiger Applikation, fand *Arthur Feil* eine stärkere Koagulation des Pulpabindegewebes sowie Gefäßerweiterungen und einzelne hämorrhagische Herde. Er ist aber der Ansicht, daß Custodin keine Veränderungen hervorruft, wenn die Einlage nur kurze Zeit dauert.

Zähne mit Baume Flexer-Einlage zeigten starke Veränderungen der Pulpa. Die histologischen Präparate wiesen vor allem Zerstörungen der Odontoblastenzellen, Verkalkungen des veränderten Pulpagewebes, hämorrhagische Herde und deutliche Erweiterungen der Gefäße auf. Die Schädigungen sind so stark, daß Baume Flexer als ungeeignet betrachtet werden muß. *Arthur Feil* kann aber auf Grund seiner Arbeit die Hartmansche Lösung und Custodin als Dentinanaestheticum empfehlen.

Die Untersuchung von Baume Flexer als Dentinanaestheticum zeigt bei *Otto Fassbind* dieselben Resultate, wie sie *A. Feil* angibt. Die Wirkung ist bei ungefähr 95 % der Fälle gut bis sehr gut, wobei etwa bei 65 % geringe oder keine Einlageschmerzen auftreten. Die histologische Untersuchung zeigt deutliche Schädigungen des Pulpagewebes, indem *Otto Fassbind* Vakuolenbildung in der Odontoblastenschicht und Degeneration der Odontoblasten feststellt.

Die Einlage von Baume Flexer zur schonenden Pulpaeröffnung mit nachfolgender Nervarseneinlage erwies sich als gut. Besonders das Fehlen von periodontalen Reizungen, die sonst bei wiederholten, nicht direkt auf der Pulpa liegenden As-Einlagen eintreten, ist ein großer Vorteil. Nachteilig sind die oft vorkommenden schwachen bis starken Einlageschmerzen. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß sich Baume Flexer, besonders wegen der starken bis sehr starken Veränderung der Pulpa, als Dentinanaestheticum nicht eignet. Hingegen wird die Paste zur schmerzlosen Pulpaeröffnung mit nachfolgender Nervarseneinlage empfohlen, wenn nicht die Injektionsanästhesie verwendet werden soll.

II. Eigene Untersuchungen

a) Botanisch-chemischer Teil

In meinen Untersuchungen unterscheide ich zwischen Nelkenöl (Oleum caryophylli) und dem eigentlichen Eugenol.

Das Nelkenöl (Oleum caryophylli) ist das aus den Blütenknospen und Pflanzenblättern von Jambosa Caryophyllus ausgepreßte Öl. Es ist eine fast farblose bis gelbliche, später schwach bräunliche, an der Luft sich bräunende Flüssigkeit mit durchdringendem aromatischem Geruch.

Das Öl besteht aus 70–85 % Eugenol, 2–3 % Aceteugenol, Caryophyllen (Sesquiterpen), geringen Mengen Essigsäure, Methylalkohol, Furfurol, Methylamylketon, Vanillin.

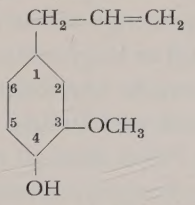
Die Terpene im allgemeinen sind in den ätherischen Ölen vorkommende ungesättigte Kohlenwasserstoffe. Das hier vorhandene Terpen ist ein Sesquiterpen von der empirischen Formel $C_{15}H_{24}$. Als ungesättigter Kohlenwasserstoff addiert er Halogene und Halogenwasserstoffe. Es darf hier vielleicht die Vermutung ausgesprochen werden, daß diese Additionsprodukte zur Reizung beitragen, weil vor allem die schädigende Wirkung des Chlors auf die Pulpa allgemein bekannt ist. Auf den beiden Komponenten Furfurol und Methylalkohol beruht das Nachdunkeln des Nelkenöles.

Aceteugenol hat speziell anästhesierende Wirkung.

Das Vorhandensein von Vanillin liegt darin begründet, daß es durch Oxydation aus dem Eugenol entsteht.

Im Gegensatz zum Oleum caryophylli ist das reine Eugenol ein chemisch klar definierter Körper. Es ist das Destillat des Nelkenöles und gehört zu den ätherischen Ölen, weshalb es Ätzwirkung besitzt.

Die chemische Strukturformel ist: *1-Propenyl-4-oxy-3-methoxy-benzen*



Nach *Wild* wird das Eugenol aus dem Nelkenöl dargestellt, indem man durch Zusatz von Natronlauge Eugenolnatrium erhält, das leicht in Wasser löslich ist. Aus der wässerigen Lösung extrahiert man mit einem Lösungsmittel alle Bestandteile, die nicht Eugenolnatrium sind. Durch Ansäuren macht man das Eugenol frei, das mit Wasserdampf destilliert wird. Man trennt vom Kondenswasser, trocknet das Öl und destilliert es im Vakuum. So hergestellt ist Eugenol eine farblose oder schwach gelbe Flüssigkeit, die sich aber ziemlich rasch dunkler färbt. Das Eugenol kommt rein in Kristallform in den Handel und wird vom Zahnarzt als alkoholische Lösung verwendet. Das Nachdunkeln des Nelkenöles

beruht auf dem Gehalt an Methylalkohol und Furfurol. Aber auch reines Eugenol, das diese beiden Bestandteile nicht enthält, wird mit der Zeit gelblichbraun, indem sich das Eugenol mit freien —OH-Gruppen verbinden, die bei der Herstellung von Eugenolnatrium aus der Natronlauge stammen könnten.

Die Ansichten, warum Eugenol reizt bzw. welche Bestandteile des Nelkenöles Additionsprodukte mit gewebsschädigenden Elementen bilden, sind verschieden. Einerseits herrscht die Auffassung, daß die ungesättigte Allyl- oder Propenylgruppe ($—CH_2—CH = CH_2$) des Eugenols durch Aufnahme von Halogenen bzw. Halogenwasserstoffen in eine gesättigte Verbindung übergeht, die Reizwirkung besitzt. Für uns ist Chlor das Naheliegendste, das bekanntlich auf das lebende Pulpagewebe schädigend wirkt.

Anderseits wird der Standpunkt vertreten, daß die im Oleum caryophylli vorhandenen Terpene (Sesquiterpene) als ungesättigte Kohlenwasserstoffe dieselbe Reaktion zeigen und daher zu einer Reizung führen, weshalb man sämtliche Stoffe aus dem Oleum caryophylli entfernt und reines Eugenol herstellt.

b) Klinischer Teil

Ich applizierte Eugenol bzw. Oleum caryophylli stets in Verbindung mit Zinkoxyd. In 40 indirekten Überkappungen verwendete ich bei 20 Fällen Eugenol und bei 20 Fällen Oleum caryophylli (s. Tabelle im Anhang). Die Liegedauer der Einlagen beschränkt sich auf eine Zeit von 1–4½ Monaten. Diese Zeit genügt, da sich in sämtlichen Fällen herausstellte, daß die klinischen Symptome unmittelbar nach der Applikation entschieden werden, d. h. je nach der Konstitution und Sensibilität des Pulpagewebes als auch nach der Tiefe der Einlage beginnen die Schmerzen innerhalb 1–2 Tagen aufzutreten oder sie fehlen ganz. Bei der Kontrolle nach fünf weiteren Monaten sind die subjektiven Symptome die gleichen geblieben.

Im speziellen wird betont, daß bei der Zubereitung von Zinkoxyd-Eugenol so viel Zinkoxyd beigemengt werden muß, bis wir eine stark knetbare Masse erhalten. Der Überschuß an Eugenol in nicht genügend lange gekneteten Mischungen könne sonst die Ursache von Reizungen sein, indem das überschüssige Eugenol durch den Kaudruck austräte und dadurch jede Gelegenheit habe, nach dem Vordringen Richtung Pulpa diese zu reizen und zu schädigen.

Um bei den Untersuchungen einerseits auch diese Frage zu tangieren und anderseits von einer einheitlichen Basis ausgehen zu können, habe ich Eugenol sowie Oleum caryophylli stets mit einer konstanten und maximalen Menge Zinkoxyd vermengt.

Wie aus der Tabelle 1 ersichtlich ist, machte ich bei 20 Zähnen Zinkoxyd-Eugenol-Einlagen und bei 20 Zähnen Zinkoxyd-Oleum-caryophylli-Einlagen. Weiterhin unterscheide ich zwischen Einlagen, die tief, d. h. weniger als 1 mm von der Pulpa entfernt liegen, und solchen, die nicht tief, also 1 mm oder mehr von der Pulpa entfernt sind.

Tabelle 1 gibt nicht nur den klinischen Verlauf der lebenden Pulpa während

Tabelle 1

Eugenol

tief				nicht tief			
Sch. v.	k. Sch. v.	Sch. w.	k. Sch. w.	Sch. v.	k. Sch. v.	Sch. w.	k. Sch. w.
	—		—		—		—
	—	+			—		—
	—	+			—		—
	—	+					
	—	+					
	—	+					
	—		—				
+			—		—		—
	—	+			—		—
	—		—		—		—
	—	+					
	—	+					
	—	+					
	—	+					
1	13	10	4		6		6

Oleum caryophylli

tief				nicht tief			
Sch. v.	k. Sch. v.	Sch. w.	k. Sch. w.	Sch. v.	k. Sch. v.	Sch. w.	k. Sch. w.
	—	+			—		—
	—		—		—		—
+		+					
	—		—				
	—		—				
	—		—				
	—		—				
	—		—				
	—		—				
	—		—				
+		+					
	—	+					
	—		—				
+			—				
	—		—				
	—		—				
	—	+					
3	15	5	13		2		2

Legende zu den Tabellen

Sch. v. = Schmerzen schon vor der Applikation von Eugenol bzw. Oleum caryophylli.
Sch. w. = Schmerzen während der Einlage.
k. Sch. v. = keine Schmerzen vor der Einlage.
k. Sch. w. = keine Schmerzen während der Einlage.
\+ = Zähne, die vor oder während der Einlage klinische Symptome aufwiesen.
— = Zähne, die vor oder während der Einlage keine klinischen Symptome aufwiesen.

der Einlage wieder, sondern sie erfaßt zugleich auch das Verhalten der Pulpa vor der Applikation von Eugenol bzw. Oleum caryophylli. Die zwei ersten Kolonnen geben jeweils die Aufnahmediagnose wieder, die dritte und vierte Kolonne stets den klinischen Verlauf. Von den 20 Eugenoleinlagen sind 14 tief und 6 nicht tief. Von den 14 Zähnen mit tiefliegender Eugenoleinlage hatten 13 Zähne keine Schmerzen vor der Applikation. Ein Zahn hatte bei der Aufnahmediagnose mittelstarke Sensationen, die einer Hyperämie entsprechen.

Die Kontrolle ergibt, daß bei 10 Fällen unmittelbar nach der Applikation Schmerzen auftreten. Bei 4 Zähnen werden keine klinischen Symptome festgestellt. Bei dem Einzelfall, wo vor der Applikation klinisch subjektive Symptome festgestellt wurden, verschwanden die Schmerzen mit der Einlage. Die Karies ging hier wahrscheinlich schon so tief, daß die von den Vorpostenbakterien gebildeten Toxine die Tomesschen Fasern der Odontoblasten, die Odontoblasten selbst sowie das eigentliche Pulpagewebe beeinflußten. Dadurch hat die Pulpa Abwehrkräfte organisiert, die der nachteiligen Wirkung des Eugenols gewachsen waren. Von diesem Einzelfall abgesehen, führte also Eugenol bei 10 von 13 Einlagen Veränderungen herbei, die klinisch festgestellt werden konnten.

Bei den nicht tief liegenden Eugenoleinlagen stellte ich klinisch keine Veränderungen fest. Es sind hier 6 Fälle, die vor und während der Einlage keine Schmerzen aufwiesen.

Ein anderes Resultat ergab Oleum caryophylli. Von 20 Einlagen sind 18 tief und 2 nicht tief. Von 18 Zähnen mit tiefliegender Einlage mit Oleum caryophylli vermengt mit Zinkoxyd wiesen 3 Zähne bei der Aufnahmediagnose Sensationen auf, die bei einem Fall mit der Einlage verschwanden. Bei den zwei anderen Zähnen war vor und während der Einlage ein klinisch unverändertes Bild mit mehr oder weniger konstanten Schmerzen. Auch hier beim Oleum caryophylli werden diese drei Sonderfälle nicht berücksichtigt.

Die Kontrolle ergibt somit, daß Oleum caryophylli bei 12 von 15 Fällen keine klinischen Veränderungen verursachte. Bei 3 Zähnen traten unmittelbar nach der Applikation Schmerzen auf. Bei zwei nicht tiefliegenden Einlagen von Oleum caryophylli vermengt mit Zinkoxyd sind keine Symptome aufgetreten.

Um einen besseren Überblick über die Verhältniszahlen zu erhalten, folgt eine vereinfachte Tabelle (Tab. 2). Sie gibt nur an, ob der Zahn auf die Einlage reagierte oder nicht. Die Sonderfälle beim Eugenol sowie beim Oleum caryophylli werden nicht berücksichtigt. Die Tabelle stützt sich also auf eine einheitliche Basis, da sämtliche Zähne vor der Einlage keine klinischen Symptome aufwiesen.

Tabelle 2 zeigt, daß bei 12 tiefliegenden Eugenoleinlagen 9 Zähne auf das Medikament reagierten. Es ergibt sich das Verhältnis 9 : 3.

Von den insgesamt 15 tiefliegenden Einlagen von Oleum caryophylli zeigten nur 3 Zähne eine Reaktion. Hier ist das Verhältnis 3 : 12. Die beiden Verhältniszahlen 9 : 3 für Eugenol und 3 : 12 für Oleum caryophylli bringen eindeutig zum Ausdruck, daß ein Unterschied in der Reizwirkung der beiden Medikamente

Tabelle 2

Eugenol				Oleum caryophylli			
tief		nicht tief		tief		nicht tief	
Sch. w.	k. Sch. w.	Sch. w.	k. Sch. w.	Sch. w.	k. Sch. w.	Sch. w.	k. Sch. w.
+	—		—	+	—		—
+	—		—	+	—		—
+	—		—	+	—		
+			—		—		
+			—		—		
+			—		—		
+					—		
+					—		
+					—		
					—		
					—		
					—		
9	3		6	3	12		2

besteht. Beim Eugenol wie beim Oleum caryophylli vermochten die nicht tiefliegenden Einlagen keine klinischen Erscheinungen hervorzurufen.

Trotzdem ich stets bei beiden Medikamenten eine maximale Menge von Zinkoxyd beimengte, sind die Reizungen bei den tiefliegenden Eugenoleinlagen nicht ausgeblieben. Vom chemischen Standpunkt aus wird diese Beobachtung bestätigt, da Zinkoxyd-Eugenol nur ein Gemenge bzw. Mischung und keine neue chemische Verbindung ist. In einer Mischung aber werden die ungesättigten Gruppen, die den beteiligten chemischen Stoffen die Eigenschaften verleihen, nicht abgepuffert, d. h. die im Eugenol enthaltenen ungesättigten Kohlenwasserstoffketten werden durch die Beimengung von Zinkoxyd in ihrer schädlichen Wirkung nicht beeinflußt. Eugenol wirkt daher schädigend auf die lebende Pulpa, und das Zinkoxyd vermag diese Wirkung nicht zu kompensieren.

Oleum caryophylli besitzt diese schädigende Eigenschaft weniger, trotzdem es aus 70–85 % Eugenol besteht; denn das im Oleum caryophylli enthaltene Eugenol ist mit dem chemisch rein hergestellten Eugenol nicht identisch. Das letztere besitzt ungesättigte Kohlenwasserstoffketten, d. h. freie Valenzen, welche die Eigenschaften des Körpers bestimmen. Im Oleum caryophylli sind die ungesättigten Kohlenwasserstoffgruppen des Eugenols abgepuffert, indem Eugenol in das System der chemischen Struktur des Oleum caryophylli eingebaut ist.

Oleum caryophylli hat ein pH von 4,4, während Eugenol einen pH-Wert von 3,8 besitzt. Der pH-Wert 4,4 des Oleum caryophylli liegt näher dem pH der Gewebsflüssigkeit. Es mag dies ein weiterer Hinweis sein, daß Oleum caryophylli auf das Gewebe, in unserem Falle auf die lebende Pulpa, weniger schädigend wirkt als Eugenol. – Mit der Applikation von Eugenol bzw. Oleum caryophylli machte ich stets ein Röntgenbild. In den Kontrollaufnahmen nach ungefähr 2 Monaten konnten keine Veränderungen festgestellt werden.

c) Histologischer Teil

Abbildung 1 (siehe Anhang) zeigt den histologischen Schnitt eines Zahnes, dessen Einlage von Oleum caryophylli nicht tief lag. Das Pulpagewebe weist keine Veränderungen auf.

In Abbildung 2 vermochte auch die tiefliegende Einlage von Oleum caryophylli keine Veränderung des Pulpagewebes zu verursachen.

Abbildung 3 zeigt einen Zahn, bei dem Oleum caryophylli in gleicher Weise appliziert wurde wie in Abbildung 2. Außer der Degeneration der Odontoblasten mit Vakuolenbildung sehen wir im Pulpahorn eine hyaline Degeneration.

Im Zahn der Abbildung 4 war die Eugenoleinlage in einer nicht tief präparierten Kavität. Die Odontoblasten weisen keine Veränderungen auf.

In Abbildung 5 bei mitteltiefer Eugenoleinlage beschränkt sich die Schädigung auf die Vakuolendegeneration der Odontoblasten und auf die partielle hyaline Degeneration des Pulpagewebes.

Abbildung 6 zeigt den histologischen Schnitt eines Zahnes, dessen Eugenoleinlage nahe an die Pulpa gelegt wurde. An der der Einlage am nächsten gelegenen Stelle hat sich Sekundärdentin gebildet. Darunter liegt eine partielle leukozytäre Infiltration. Diese ist gegen die gesunde Pulpa durch eine Kalkbarriere abgegrenzt, so daß das Gewebe unterhalb dieser Barriere nur in geringem Grade von Leukozyten infiltriert ist.

Zusammenfassend besagt der histologische Befund, daß Eugenol bei tiefen Einlagen eine schädigende Wirkung auf die Pulpa ausübt und daß letztere zum Teil mit starken Reaktionen antwortet. Wird Eugenol bei nicht tiefen Kavitäten als Einlage verwendet, so sind keine histologischen Veränderungen festzustellen.

Oleum caryophylli verursacht bei tiefen Einlagen zum Teil geringe Schädigungen. Liegt Oleum caryophylli nicht tief, so hat die Einlage keinen Einfluß auf die Pulpa.

Beim Eugenol stimmen die histologischen Befunde mit den klinischen Erscheinungen überein. Tiefe indirekte Einlagen bewirken subjektive Symptome, und die histologischen Bilder weisen Veränderungen auf.

Wie aus den Tabellen 1 und 2 ersichtlich ist, treten bei tiefen Einlagen von Oleum caryophylli selten klinisch-subjektive Symptome auf, trotzdem in Abbildung 3 die Odontoblastenschicht deutliche Schädigungen zeigt.

Bei nicht tiefen Kavitäten decken sich beim Eugenol wie beim Oleum caryophylli die klinischen mit den histologischen Befunden. Es treten weder Schmerzen noch Veränderungen im Pulpagewebe auf.

Für die Überlassung des Themas und für die wertvollen Ratschläge während der Arbeit spreche ich Herrn Prof. Dr. *O. Müller* meinen besten Dank aus.

Nr.	Alter	Zahn	Einlage	Datum	Schmerzreaktion	Rx I	Rx II	Extraktion
1	1921	⌊8	Eugenol	11. 12. 47	keine	11. 12. 47	22. 1. 48	22. 1. 48
2	1928	⌊7	Oleum caryoph.	12. 12. 47	keine	12. 12. 47		
3	1928	7⌋	Eugenol	12. 12. 47	keine	12. 12. 47	6. 2. 48	6. 2. 48
4	1928	⌊7	Eugenol	15. 12. 47	während der Einlage	15. 12. 47		
5	1928	7⌋	Eugenol	15. 12. 47	während der Einlage	15. 12. 47	13. 2. 48	
6	1928	6⌋	Oleum caryoph.	15. 12. 47	während der Einlage	15. 12. 47	13. 2. 48	
7	1928	⌊7	Eugenol	16. 12. 47	während der Einlage	16. 12. 47		
8	1928	⌊6	Oleum caryoph.	16. 12. 47	keine	16. 12. 47		
9	1928	⌊8	Oleum caryoph.	23. 12. 47	vor und während der Einlage	23. 12. 47	13. 2. 48	
10	1924	8⌋	Oleum caryoph.	29. 12. 47	keine	29. 12. 47		
11	1925	⌊7	Eugenol	30. 12. 47	während der Einlage	30. 12. 47	13. 2. 48	2. 4. 48
12	1924	⌊7	Eugenol	2. 1. 48	keine	2. 1. 48		
13	1921	6⌋	Eugenol	2. 1. 48	keine	2. 1. 48		
14	1926	⌊6	Oleum caryoph.	5. 1. 48	keine	5. 1. 48	17. 3. 48	
15	1923	7⌋	Oleum caryoph.	6. 1. 48	keine	6. 1. 48	22. 3. 48	22. 3. 48
16	1923	8⌋	Eugenol	6. 1. 48	keine	6. 1. 48		
17	1917	⌊4	Oleum caryoph.	6. 1. 48	keine	6. 1. 48		
18	1926	7⌋	Eugenol	7. 1. 48	keine	7. 1. 48	17. 3. 48	
19	1926	4⌋	Oleum caryoph.	7. 1. 48	keine	7. 1. 48	17. 3. 48	17. 3. 48
20	1906	⌊8	Eugenol	8. 1. 48	vor der Einlage (schwache), während der Einlage keine	8. 1. 48	31. 3. 48	31. 3. 48
21	1932	⌊6	Oleum caryoph.	8. 1. 48	keine, Pulpa angeritzt	8. 1. 48		
22	1917	8⌋	Eugenol	9. 1. 48	keine	9. 1. 48		
23	1917	⌊8	Oleum caryoph.	13. 1. 48	keine	13. 1. 48		
24	1923	7⌋	Eugenol	19. 1. 48	während der Einlage	19. 1. 48	9. 2. 48	
25	1925	⌊7	Eugenol	20. 1. 48	keine	20. 1. 48	23. 3. 48	
26	1925	⌊5	Oleum caryoph.	20. 1. 48	keine	20. 1. 48	23. 3. 48	23. 3. 48
27	1930	⌊5	Oleum caryoph.	20. 1. 48	keine	20. 1. 48	2. 4. 48	
28	1930	6⌋	Eugenol	22. 1. 48	keine	22. 1. 48	2. 4. 48	
29	1931	6⌋	Oleum caryoph.	3. 2. 48	vor und während der Einlage	3. 2. 48	23. 3. 48	
30	1930	7⌋	Eugenol	10. 2. 48	während der Einlage	10. 2. 48		
31	1908	6⌋	Oleum caryoph.	26. 2. 48	während der Einlage	27. 2. 48	1. 4. 48	1. 4. 48
32	1921	⌊7	Oleum caryoph.	2. 3. 48	keine	2. 3. 48		
33	1896	⌊6	Eugenol	12. 3. 48	während der Einlage	12. 3. 48		
34	1914	7⌋	Oleum caryoph.	15. 3. 48	vor der Einlage, während der Einlage keine	15. 3. 48		
35	1921	6⌋	Eugenol	19. 3. 48	während der Einlage	19. 3. 48		11. 5. 48
36	1918	⌊7	Eugenol	23. 3. 48	keine	23. 3. 48		
37	1914	⌊8	Eugenol	23. 3. 48	keine	24. 3. 48		
38	1914	⌊7	Oleum caryoph.	1. 4. 48	keine	1. 4. 48		
39	1930	⌊7	Oleum caryoph.	2. 4. 48	keine	2. 4. 48		
40	1934	6⌋	Oleum caryoph.	23. 1. 50	während der Einlage	23. 1. 50		2. 3. 50

Literatur

Dätwyler, G.: Klinische und histologische Untersuchungen über einige Pulpaüberkappungsmethoden. Diss. veröffentlicht in Schweiz. Vjschr. Zahnhk. *1921.*
Fassbind, Otto: Untersuchungen über die analgetische Paste nach Prof. Flexer. Diss. 1942.
Feil, Arthur: Dentinanästhesie mit Baume Flexer, Custodin und Hartmanscher Lösung. Schweiz. Mschr. Zahnhk. *1938,* 8.
Fränkel, Sigmund: Die Arztnei-Synthese.
Gildemeister und *Hoffmann:* Die ätherischen Öle.
Immer, Hans Georg: Über die Anwendung von Adal und Tiranal zur indirekten Pulpaüberkappung Diss. 1938.
Lebeau-Courtois: Traité de Pharmacie chimique. Tome II.
v. Meyer und *Jacobson, J.:* Lehrbuch der organischen Chemie.
Ostrander-Kerr: Recent trends in use of sulfonamides. J. amer. dent. Assoc. *35,* Nr. 7 (1947).
Pharmacopoea Helvetica
Schumacher, E.: Über den Einfluß von Eugenol auf die Pulpa des menschlichen Zahnes und auf das Periodontium des Hundes. Diss. 1931.
Zörnig: Arzneidrogen.

Curriculum vitae

Am 25. April 1922 bin ich in Großwangen geboren und besuchte daselbst die Primarschule. An der Kantonsschule Zug bestand ich im Sommer 1942 die Matura. Die vorklinischen Semester besuchte ich in Fribourg und genoß die klinische Ausbildung am Zahnärztlichen Institut der Universität Basel, wo ich im Herbst 1947 mit dem Staatsexamen abschloß.

Abbildung 1 – Nr. 15

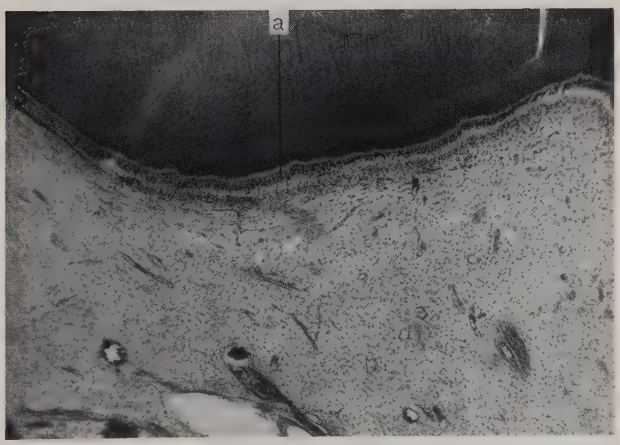
Oleum caryophylli nicht tief

x = Oleum caryophylli-Einlage
a = Odontoblasten (unverändert)

Einlagedauer 2½ Monate

Vergrößerung der Abbildung 1

a = Odontoblasten (unverändert)



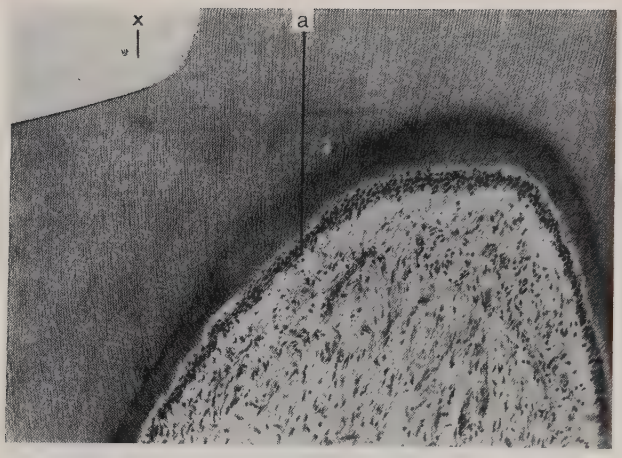
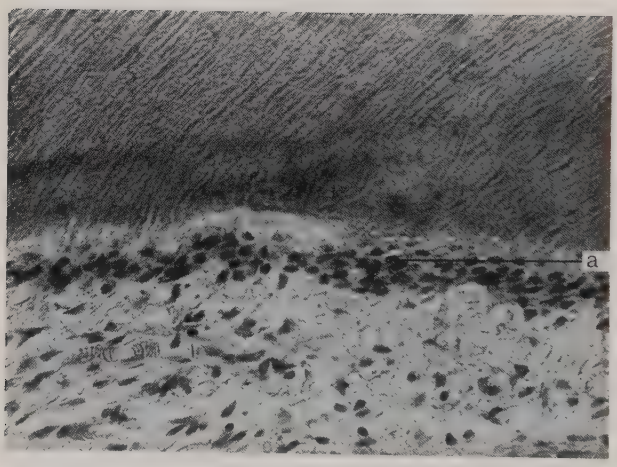


Abbildung 2 – Nr. 40

Oleum caryophylli tief

x = Oleum caryophylli-Einlage
a = Odontoblasten (unverändert)

Einlagedauer 1 ¼ Monate



Vergrößerung der Abbildung 2

a = Odontoblasten (unverändert)

Abbildung 3 – Nr. 26

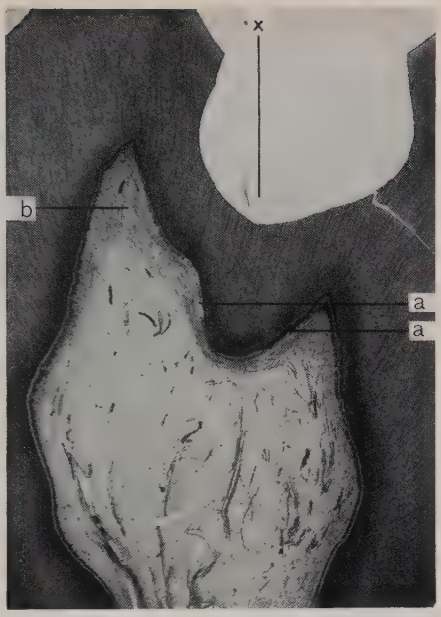
Oleum caryophylli tief

x = Oleum caryophylli-Einlage

a = Vakuolendegeneration der Odontoblasten an den Stellen, wo die Einlage nahe an die Pulpa kommt

b = partielle hyaline Degeneration des Pulpagewebes

Einlagedauer 2 Monate



Vergrößerung der Abbildung 3

x = Oleum caryophylli-Einlage
a = Vakuolendegeneration der Odontoblasten
b = hyaline Degeneration

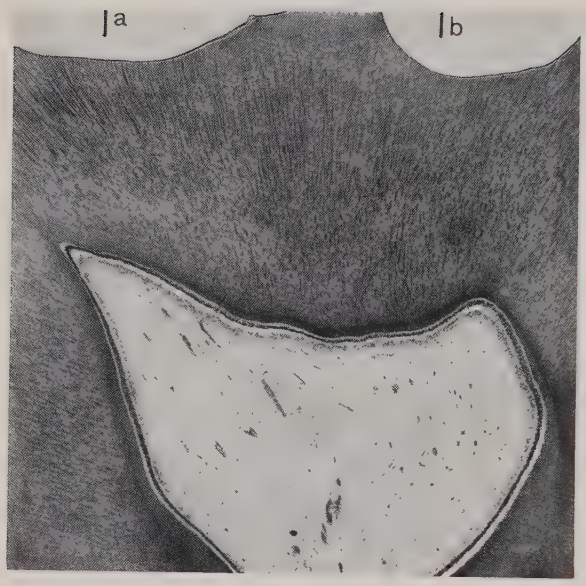
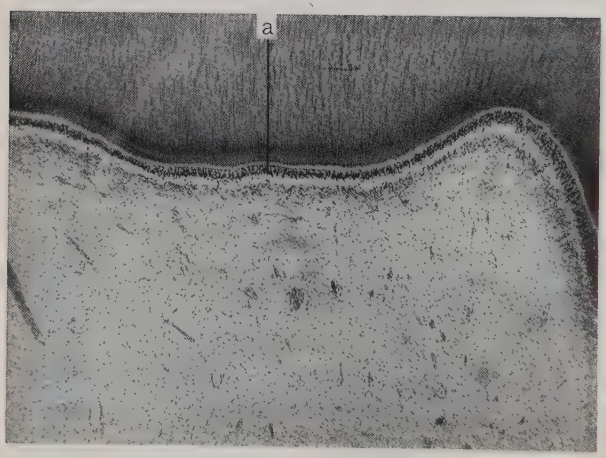


Abbildung 4 – Nr. 3

Eugenol nicht tief

a+b = Eugenol-Einlage

Einlagedauer 2 Monate



Vergrößerung der Abbildung 4

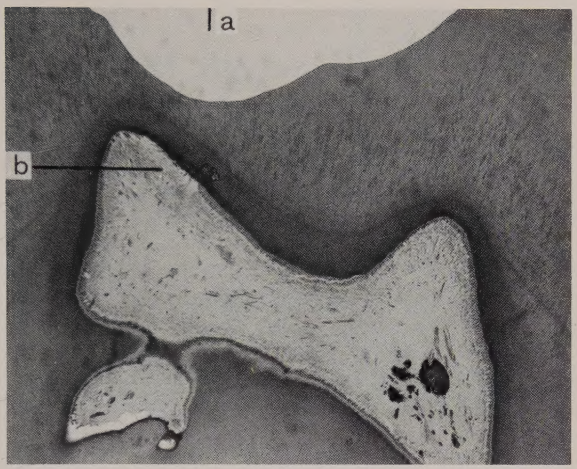
a = Odontoblasten (unverändert)

Abbildung 5 – Nr. 35

Eugenol tief

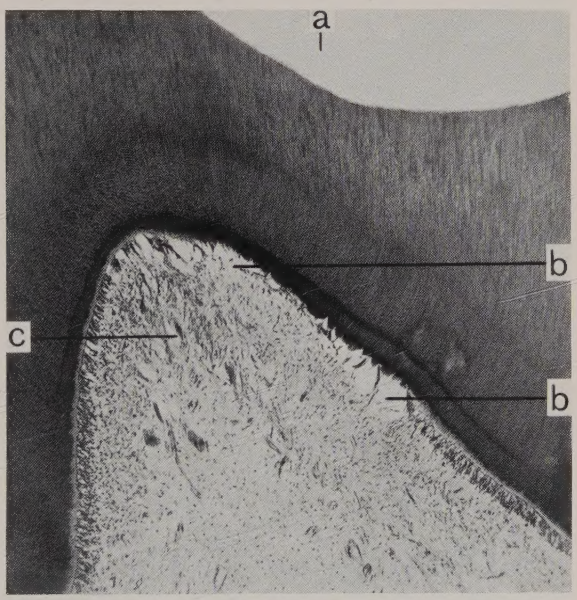
a = Eugenol-Einlage
b = Vakuolendegeneration der Odontoblasten

Einlagedauer 1¾ Monate



Vergrößerung der Abbildung 5

a = Eugenol-Einlage
b = Vakuolendegeneration der Odontoblasten
c = schwache partielle hyaline Degeneration des Pulpagewebes



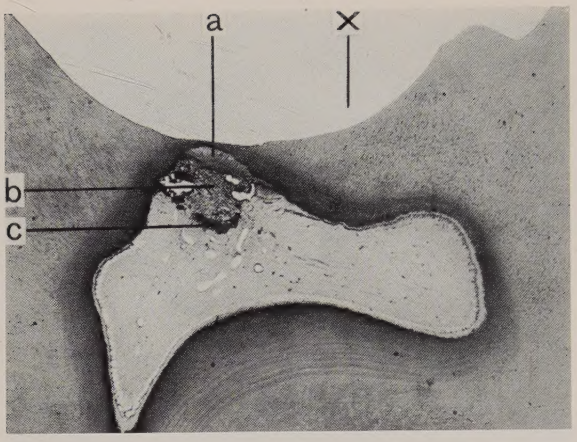
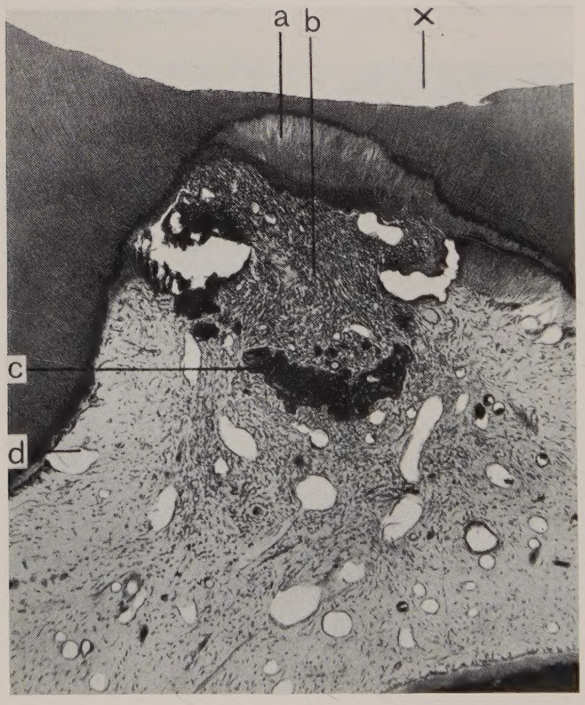


Abbildung 6 – Nr. 20

Eugenol tief

x = Eugenol-Einlage
a = Sekundärdentin
b = partielle leukocytäre Infiltration
c = Kalkbarriere

Einlagedauer 2¾ Monate



Vergrößerung der Abbildung 6

x = Eugenol-Einlage
a = Sekundärdentin
b = partielle leukocytäre Infiltration
c = Kalkbarriere
d = Vakuolendegeneration der Odontoblasten